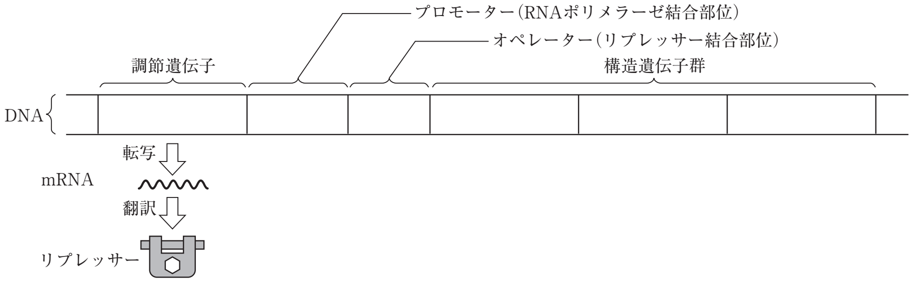
第14講　遺伝子発現の調節

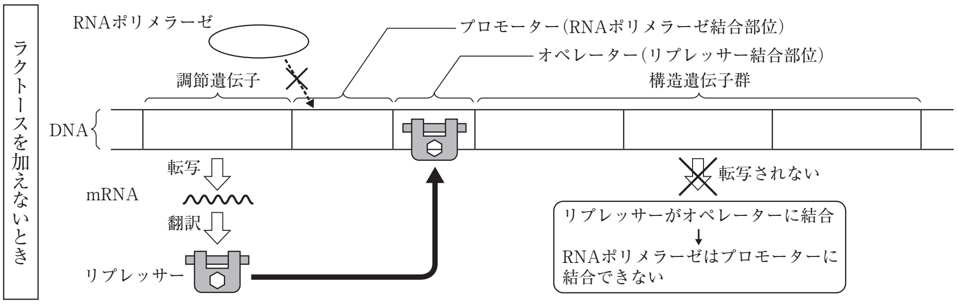
■原核生物の遺伝子発現調節・オペロン

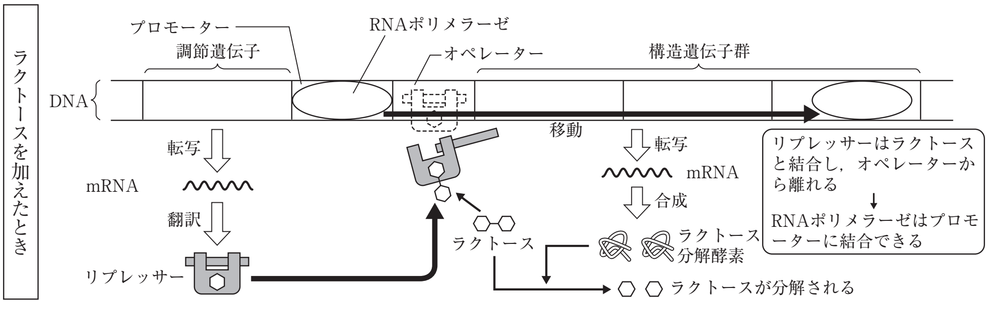
…原核生物のDNA上では機能的に関連のある遺伝子が隣接しており，調節タンパク質とオペレーターの作用によりまとめて転写される場合が多い。この同時に転写される遺伝子群をオペロンと呼ぶ。

◆ラクトースオペロン

大腸菌のゲノムDNA

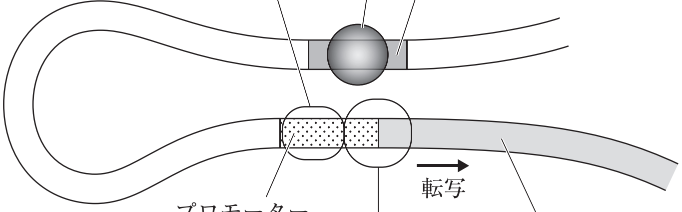






ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■真核生物の遺伝子発現調節

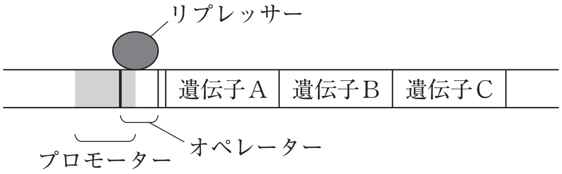


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

次の文章を読んで，下の問い（問1～問5）に答えよ。

現在の遺伝子の発現調節に関する理解は，［1］と［2］によって提唱されたオペロン説にその源流を見つけることができる。大腸菌を培養するためには，培地に炭素栄養源としてグルコースを加えるのが一般的である。しかし，グルコースの代わりにラクトースを加えても，大腸菌はラクトースを分解してグルコースを生成するようになる。大腸菌がラクトースを利用するためには3種類の酵素が必要であり，これらの酵素の合成はラクトースによって同時に誘導される。しかし，ア)大腸菌の突然変異株のなかに，ラクトースがなくても，常にこれらの酵素を発現しているものが見つかった。［1］と［2］は，これらの現象を説明するために，下図のようなモデルを提唱した。



図

問1　空欄［1］と［2］に入れるのに，最も適当なものを次の①～⓪から選べ。ただし，解答の順序は問わない。

① 岡崎　② クリック　③ ジャコブ
④ スタール　⑤ ニーレンバーグ　⑥ ハーディ
⑦ メセルソン　⑧ モノー　⑨ ワインベルグ
⓪ ワトソン

問2　オペロンを構成する分子の名称として，最も適当なものを次の①～⑤から選べ。

① DNA　② mRNA　③ rRNA　④ tRNA　⑤ タンパク質

問3　図中のリプレッサーに関する次の記述a～dのうち，正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを，下の①～⑥から選べ。

a. 培地中にラクトースが加えられることにより誘導される。
b. DNAの特定の塩基配列を認識して結合する。
c. DNAを鋳型にして，RNAを合成する。
d. ラクトースに由来する物質が結合すると，オペレーターから離れる。

① aとb　② aとc　③ aとd　④ bとc　⑤ bとd
⑥ cとd

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　図中のプロモーターに関する次の記述a〜dのうち，正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを，下の①〜⑥から選べ。

a. 転写開始部位の近くに存在する。

b. 主に調節タンパク質が結合する。

c. タンパク質のアミノ酸配列の情報を含んでいる。

d. プロモーターがないと，遺伝子は発現しない。

①　aとb　②　aとc　③　aとd　④　bとc　⑤　bとd

⑥　cとd

問5　下線部ア）の突然変異株にはＸ株とＹ株の2種類があり，それぞれの株は大腸菌ゲノム上の別々の場所に変異が見つかっている。Ｘ株に正常な遺伝子をプラスミドに組み込んで導入し，正常な遺伝子と突然変異した遺伝子が共存すると，野生型と同じ形質に戻るが，Ｙ株に正常な遺伝子を導入してもラクトースを利用するための3種類の酵素は常に発現したままである。

Ｘ株とＹ株は，それぞれ大腸菌ゲノム上のどの領域に変異が起きていると考えられるか。最も適当なものを下の①〜⑥から選べ。ただし，Ｘ株，Ｙ株ともに，突然変異は1か所のみに起きているとする。

①　遺伝子Ａ　②　遺伝子Ｂ

③　遺伝子Ｃ　④　オペレーター

⑤　プロモーター　⑥　リプレッサーをコードする遺伝子

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

原核生物における遺伝子の発現調節に関する文章を読み，次の問1から問3に答えなさい。

DNAがもつ様々な遺伝情報（遺伝子）は全てが常に発現しているわけではない。発生や成長の過程，環境条件によって必要な遺伝子が選択的に発現するよう調節されている。大腸菌の生育にはグルコースを必要とするが，培地中にグルコースがなくラクトースのみが含まれている場合は(a)ラクトースを分解してグルコースをつくるための複数の遺伝子の転写がまとめて誘導され，生育することが可能である。この遺伝子発現調節のしくみを調べるために，グルコースを含む培地で培養した大腸菌を以下のⅰ）～ⅳ）の液体培地に少量接種し，培養開始後の菌数を一定時間毎に測定した。

ⅰ）　グルコースのみが含まれる培地
ⅱ）　グルコースとラクトースが含まれる培地
ⅲ）　ラクトースのみが含まれる培地
ⅳ）　ラクトースと阻害剤※が含まれる培地
※阻害剤は調節タンパク質とラクトースの結合を阻害する物質とする。

問１　下線部(a)で述べられているような機能的に関連のある遺伝子が隣接し，まとめて発現調節されるような遺伝子群の名称として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

①　基本転写因子　　②　オペレーター　　③　トリプレット
④　オペロン　　⑤　プロモーター

問２　培地ⅰ）～ⅳ）でそれぞれ培養したときの大腸菌の培養時間と菌数の変化を示すグラフを図1のA～Eから選択し，それらの組み合わせとして適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

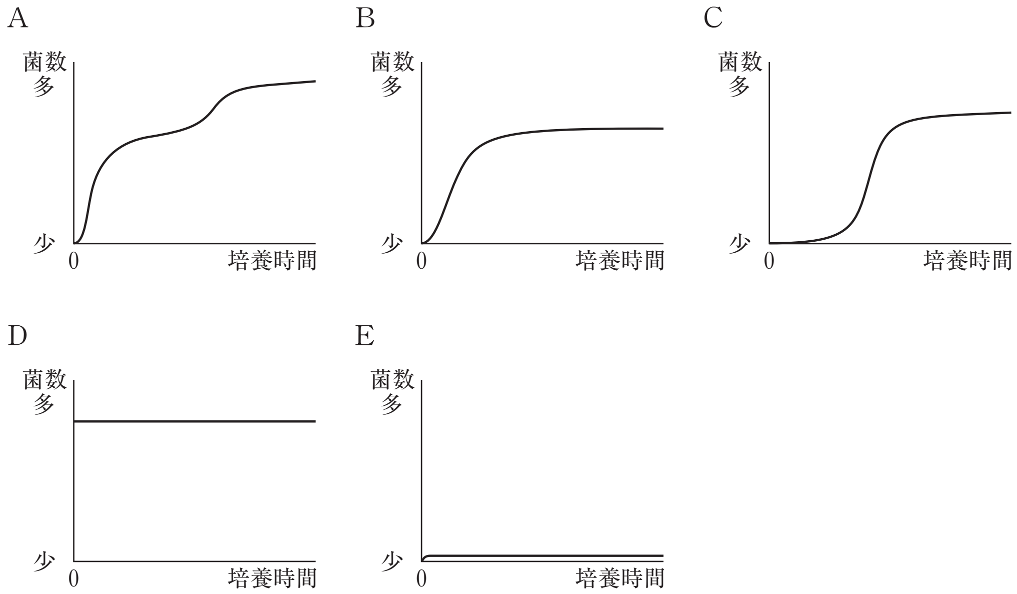


図１　培養時間と大腸菌数の変化

	ⅰ）	ⅱ）	ⅲ）	ⅳ）
①	A	B	C	D
②	A	D	B	C
③	B	A	C	E
④	B	C	A	E
⑤	C	D	A	B

問３　培地中のラクトースの有無によるラクトース代謝酵素遺伝子群の発現調節に関する記述として**適切でない**ものを，次の①～⑤の中から１つ選びなさい。

①　この遺伝子群の発現を調節する調節タンパク質は，DNA上の別の場所にある調節遺伝子から常につくられている。

②　この遺伝子群に作用する調節タンパク質はリプレッサーとしてはたらき，転写を抑制する負の調節作用をもつ。

③　この遺伝子群のオペレーター領域に調節タンパク質が結合すると，RNAポリメラーゼがプロモーターから進めず，転写が起こらない。

④　この遺伝子群のオペレーター領域は，プロモーター領域の下流（ラクトース代謝酵素遺伝子群寄り）に位置する。

⑤　RNAポリメラーゼは基本転写因子とともにプロモーター領域に結合し，転写調節因子によって転写活性が調節される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

問１　③，⑧（順不同）

問２　①

問３　⑤

問４　③

問５　X　⑥　　Y　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

問１　④
問２　③
問３　⑤

【解説】

問１　機能的に関連がある遺伝子が隣接し，1つの調節領域によって転写が調節されている場合，その遺伝子群をオペロンという。ラクトースの代謝に必要な3つの遺伝子はラクトースオペロンと呼ばれる。オペロンは，まとめて長いmRNAとして転写されるが，翻訳の過程で複数のポリペプチドが合成される。

問２　培地ｉ)にはグルコースを含むため，大腸菌は順調に増殖すると考えられる。この場合，ＢとＣが考えられる。培地ⅱ)にはグルコースとラクトースを含むため，大腸菌はまずはグルコースを消費して増殖する。その後，グルコースが枯渇すると一旦増殖はとまるが，ラクトースオペロンの発現が誘導されてラクトースが消費できるようになると再び増殖すると考えられる。これに合致するのはＡになる。ゆえに，③が正解となる。

問３　RNAポリメラーゼがプロモーター領域に結合する際，真核生物では基本転写因子を必要とするが，原核生物では基本転写因子は見られない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。